

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 4 (95). С. 77–85.

Forests of Russia and economy in them. 2025. № 4 (95). P. 77–85.

Научная статья

УДК 630*43:630*9:630*931

DOI: 10.51318/FRET.2025.95.4.008

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Илья Михайлович Секерин

Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

Sekerinim@mail.ru, <http://orid.org/0000-0003-3492-4322>

Аннотация. Проанализированы возможности и экономическая эффективность замены самолетов на беспилотные летательные аппараты при организации авиапатрулирования. Установлено, что себестоимость охраны лесов от пожаров во многом зависит от марки беспилотного летательного аппарата, правильности выбора маршрутов патрулирования и зоны охраны. Патрулирование лесов в зоне наземного патрулирования существенно отличается от такового в зоне авиационного патрулирования. Последнее свидетельствует о необходимости расчета результативности и экономической эффективности использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) отдельно по зонам патрулирования. Расходы на проведение авиационного патрулирования с применением дешевых БПЛА соизмеримы с расходами на проведение авиационного патрулирования с привлечением пилотной авиации. Внедрение в систему мониторинга БПЛА в наземной зоне патрулирования позволит увеличить осматриваемость площади лесфонда Нижегородской области с 59 до 93 %, при этом ожидается, что доля обнаруженных пожаров увеличится с 66 до 87 %. Указанное позволит сократить количество маршрутов наземного патрулирования на 44,2 % и сэкономить средства в размере 4561,46 тыс. руб. С экономической точки зрения проведение мониторинга с использованием БПЛА в наземной зоне более чем в 5,6 раза экономичнее наземного патрулирования. Отсутствие практического опыта применения БПЛА в целях мониторинга пожарной опасности вызывает необходимость проведения комплекса испытательных работ в различных регионах, инфраструктурных, экономических и природно-климатических условиях для подтверждения заявленных характеристик и установления факторов, влияющих на проведение работ по мониторингу.

Ключевые слова: лесной пожар, авиапатрулирование, беспилотный летательный аппарат, мониторинг пожарной опасности

Для цитирования: Секерин И. М. Организация обнаружения лесных пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 4 (95). С. 77–85.

Original article

ORGANIZATION OF FOREST FIRE DETECTION USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

Ilya M. Sekerin

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Sekerinim@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3492-4322>

Abstract. The article analyzes the possibilities and economic efficiency of replacing airplanes with unmanned aerial vehicles when organizing aerial patrols. It has been established that the cost of protecting forests from fires largely depends on the brand of the unmanned aerial vehicle, the correctness of the choice of patrol routes and protection zones. Patrolling forests in the ground patrol zone differs significantly from that in the aerial patrol zone. The latter indicates the need to calculate the effectiveness and economic efficiency of using unmanned aerial vehicles (UAVs) separately for patrol zones. The costs of conducting aerial patrols using cheap UAVs are comparable to the costs of conducting aerial patrols using pilot aircraft. The introduction of UAVs into the ground patrol zone monitoring system will increase the visibility of the forest fund area of the Nizhny Novgorod region from 59 to 93 %, while it is expected that the share of detected fires will increase from 66 to 87 %. This will reduce the number of ground patrol routes by 44,2 % and save funds in the amount of 4561,46 thousand rubles. From an economic point of view, monitoring using UAVs in the ground zone is more than 5.6 times more economical than ground patrols. The lack of practical experience in using UAVs for fire hazard monitoring necessitates a range of testing activities in various regions, infrastructural, economic and natural-climatic conditions to confirm the declared characteristics and establish the factors influencing the monitoring activities.

Keywords: forest fire, aerial patrol, unmanned aerial vehicle, fire hazard monitoring

For citation: Sekerin I. M. Organization of forest fire detection using unmanned aerial vehicles // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 4 (95). P. 77–85.

Введение

Эффективная охрана лесов от пожаров может быть обеспечена только при условии противопожарного устройства охраняемой территории, оперативного обнаружения и умело организованного тушения лесных пожаров (Залесов, Миронов, 2004; Залесов и др., 2010; Марченко, Залесов, 2013; Новый способ..., 2014; Кректунов, Залесов, 2017; Залесов, 2021; Опыт..., 2023; Оценка..., 2024). При этом определяющее значение имеет площадь лесного пожара в момент его обнаружения, поскольку задержка с обнаружением резко увеличивает площадь пожара, а следовательно, объем затрат на его ликвидацию (Архипов, Залесов, 2017; Залесов и др., 2013, 2014; Залесов, Залесова, 2014; Эффективный способ..., 2023). Не случайно в учебниках и нормативно-правовых документах по охране лесов от пожаров обнаружению их уде-

ляется повышенное внимание и предлагается целый ряд способов решения задачи своевременного обнаружения (Залесов и др., 2024; Куксин и др., 2024; Уточненная шкала..., 2024; Ерицов и др., 2024, 2025; Шкала..., 2025).

Учитывая значительную площадь лесного фонда Российской Федерации и слабую его освоенность дорожной сетью, одним из основных способов обнаружения является авиапатрулирование. Последнее заключается в периодическом облете охраняемой территории на каком-либо самолете, в процессе которого летчик-наблюдатель фиксирует возгорания и сообщает об этом в единую диспетчерскую службу для отправки к месту пожара сил пожаротушения.

Кратность облетов зависит от класса пожарной опасности по условиям погоды. При этом осмотр лесного пожара с высоты полета позволяет

летчику-наблюдателю составить план тушения с учетом имеющихся естественных и искусственных барьеров.

К недостаткам авиапатрулирования можно отнести высокую стоимость летного времени, зависимость от погодных условий, необходимость наличия нескольких летчиков-наблюдателей. Указанные недостатки нередко являются определяющими при организации тушения лесных пожаров. Так, в частности, отсутствие необходимых средств на аренду летательных судов исключает оперативность обнаружения лесных пожаров, а также делает невозможным осуществление кратности патрулирования. Кроме того, необходимость проведения регламентных работ при ограниченном количестве самолетов создает опасность несвоевременного обнаружения и осуществления мониторинга имеющихся лесных пожаров.

Указанное свидетельствует о необходимости снижения затрат на авиапатрулирование с целью его более широкого применения.

Цель, методика и объекты исследования

Цель работы – разработка проекта использования беспилотных летательных аппаратов для мониторинга пожарной опасности в лесном фонде Нижегородской области.

В ходе выполнения работы проанализированы технические характеристики беспилотных летательных аппаратов самолетного типа, возможных для осуществления мониторинга лесного фонда Нижегородской области.

На основе баз данных лесоустроительных материалов проанализирован лесной фонд Нижегородской области. Намечены маршруты авиапатрулирования, а также рассчитаны затраты на проведение авиапатрулирования с использованием двух моделей БПЛА и легкомоторного самолета Цесна-172. Выполнен анализ затрат на авиапатрулирование, а также себестоимости патрулирования на 1 га охраняемой территории лесного фонда.

Все расчеты выполнены для зон авиационного и наземного мониторинга. В районе наземного мониторинга проанализирована эффективность стационарного обнаружения лесных пожаров (ви-

деомониторинга) и наземного маршрутного патрулирования.

Результаты и их обсуждение

Лесной фонд Нижегородской области разделен на две зоны: авиационного и наземного мониторинга.

Авиационная зона занимает 2738,4 тыс. га и включает 7 маршрутов, выполняемых легкомоторным самолетом Цесна-172. Общая протяженность маршрутов составляет 1680 км. Стоимость работ по мониторингу лесного фонда при расчетах по ценам ранее заключенных контрактов составляет 9,58 руб./га при цене летного часа 36,4 тыс. руб. и 17,33 руб./га при расчетах по среднерыночным ценам в среднем по РФ – 69,32 тыс. руб./ч.

Зона наземного мониторинга занимает 1056,3 тыс. га. Мониторинг осуществляется авиапатрулированием по 19 маршрутам общей протяженностью 1215 км.

В целях снижения стоимости авиапатрулирования планируется использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) самолетного типа OG-25 и Inno Vtol-3s.

Авиационный мониторинг предполагается осуществлять по маршрутам на высоте полета 500–1000 м от уровня земной поверхности. Движение БПЛА по маршруту осуществляется в автоматическом режиме с осмотром территории лесного фонда на расстоянии 20 км в обе стороны от маршрута.

При обнаружении лесного пожара оператор БПЛА переводит управление в ручной режим и корректирует маршрут БПЛА для осмотра места предполагаемого пожара.

После осмотра и подтверждения наличия очага пожара информация о координатах его оператором БПЛА передается в диспетчерскую службу лесничества и в региональную диспетчерскую службу Министерства лесного хозяйства и охраны животного мира Нижегородской области.

После осмотра лесного пожара БПЛА возвращается на маршрут для продолжения автономного полета.

На основе спроектированных маршрутов и необходимой кратности патрулирования было рассчитано количество необходимых летных часов,

количество БПЛА и стоимость работ по их эксплуатации.

В настоящее время в наземной зоне мониторинга пожарной опасности основным видом является видеомониторинг.

На его долю приходится 48,0 % охраняемой территории. При этом видеомониторинг перекрывает 60,3 % утвержденных маршрутов наземного патрулирования. Данный способ мониторинга позволяет обнаружить 66,0 % возникающих пожаров. Эффективность наземного маршрутного патрулирования значительно ниже. Оно перекрывает всего 4,5 % территории и позволяет выявить от 1 до 17,5 % возникающих в наземной зоне пожаров.

Несмотря на наличие двухуровневой системы наземного мониторинга на территории региона продолжают существовать белые пятна – зоны, в которых обнаружение пожаров этими способами затруднено либо невозможно. Площадь таких зон составляет 202,06 тыс. га, или 41 % территории. В связи с этим на основании многолетних данных установлено, что при существующей организации наземный мониторинг способен выявить только 66 % возникающих пожаров.

Поскольку уже имеется опыт обнаружения лесных пожаров с помощью БПЛА (Ерицов и др.,

2024), а также разработаны шкалы пожарной опасности по условиям погоды (Шкала..., 2025), предложен способ мониторинга с использованием БПЛА с разработкой 5 маршрутов общей протяженностью 758 км.

Расчеты свидетельствуют, что использование БПЛА позволит:

– увеличить долю осматриваемой территории с 59 до 93 %, что улучшит обнаружение пожаров с 66 до 87 %;

– сократить количество маршрутов наземного патрулирования на 44,2 %, что обеспечит ежегодную экономию финансовых средств на 4561,46 тыс. руб.;

– в наземной зоне мониторинга в 5,6 раза сократить расходы на обнаружение лесных пожаров.

Как было отмечено ранее, экономическая эффективность будет в значительной степени зависеть от используемого БПЛА. Стоимость БПЛА OG-25 значительно превышает таковую у БПЛА Inno Vlot-3S, что не может не сказаться на стоимости выполнения работ по мониторингу.

Данные о себестоимости работ при различных способах мониторинга в зоне авиамониторинга приведены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Характеристика разных видов авиамониторинга
Characteristics of different types of aviation monitoring

Способ проведения мониторинга The method of monitoring	Обслуживаемая площадь, тыс. га Serviced area, thousand hectares	Количество необходимого летного времени, ч The amount of required flight time, hour	Прямые затраты, (в т.ч. амортизация оборудования), руб. Direct costs (including depreciation of equipment), rub.	Стоимость летного часа, тыс. руб./ч The cost of a flight hour, thousand rubles /hour	Стоимость мониторинга, руб./га Cost of monitoring, rub/ha
1	2	3	4	5	6
Без учета существующей системы видеомониторинга Excluding the existing video monitoring system					
Авиационное патрулирование с привлечением пилотируемой авиации (по стоимости летного часа согласно заключенному контракту) Air patrols involving manned aircraft (according to the cost of a flight hour according to the concluded contract)	2738,4	646,57	23 573 942	36,4	9,58

Окончание табл. 1
The end of the table 1

1	2	3	4	5	6
Авиационное патрулирования с привлечением пилотируемой авиации (по среднерыночной по России стоимости летного часа) Aviation patrols involving manned aircraft (at the average cost per flight hour in Russia)	2738,4	646,57	44 820 232	69,32	17,33
Размер ежегодных затрат на проведение авиационного патрулирования с применением БПЛА OG-25 The amount of annual expenses for conducting air patrols using the OG-25 UAV		3173,33	44 729 704 (26 007 784)	14,08	16,33
С учетом существующей системы видеомониторинга Taking into account the existing video monitoring system					
Авиационное патрулирования с привлечением пилотируемой авиации (по стоимости летного часа согласно заключенному контракту) Air patrols involving manned aircraft (according to the cost of a flight hour; according to the concluded contract)	1762,3	416,10	15 171 006	36,40	9,58
Авиационное патрулирования с привлечением пилотируемой авиации (по среднерыночной по России стоимости летного часа) Aviation patrols involving manned aircraft (at the average cost per flight hour in Russia)		416,10	28 835 730	69,32	17,33
Размер ежегодных затрат на проведение авиационного патрулирования с применением БПЛА OG-25 The amount of annual expenses for conducting air patrols using the OG-25 UAV		1339,6	25 753 945 (16 187 305)	20,76	14,61
Размер ежегодных затрат на проведение авиационного патрулирования с применением БПЛА InnoVtol-3s The amount of annual expenses for conducting aviation patrols using the InnoVtol-3s UAV		1507,1	17 787 280 (8 220 640)	11,80	10,09

Примечание. Расчет ведется исходя из цены заключенного в регионе контракта 36,4 тыс. руб./ч, данная цена является демпинговой и была получена в результате торгов в Нижегородской области, фактически средняя цены в России на такие работы выше в 1,9 раза и составляет 69,32 тыс. руб./ч.

Note. The calculation is based on the price of a contract concluded in the region of 36,4 thousand rubles/hour, this price is a dumping price and was obtained as a result of bidding in the Nizhny Novgorod region, in fact, the average price in Russia for such work is 1,9 times higher and amounts to 69,32 thousand rubles/hour.

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что расходы на авиапатрулирование с применением более дешевого БПЛА Inno Vlot-3S в условиях Нижегородской области соизмеримы с расходами на проведение авиационного патрулирования с привлечением пилотируемой авиации со стоимостью летного часа согласно заключенным договорам. При этом расходы на проведение авиационного патрулирования с применением БПЛА ниже, чем стоимость проведения авиационного патрулирования с привлечением пилотной авиации из расчета

стоимости летного часа по среднерыночным ценам на территории Российской Федерации.

Наиболее эффективно применение авиапатрулирования с использованием БПЛА в зоне наземного мониторинга, где он заменяет значительно менее эффективный способ мониторинга – наземное патрулирование (табл. 2).

Материалы табл. 2 наглядно свидетельствуют об экономической целесообразности применения БПЛА Inno Vtol-3S при мониторинге пожарной обстановки в зоне наземного мониторинга.

Таблица 2

Table 2

Характеристика зоны наземного мониторинга
Characteristics of ground monitoring area

Способ проведения мониторинга The method of monitoring	Обслуживаемая площадь, тыс. га Serviced area, thousand hectares	Количество необходимого летного времени, ч The amount of required flight time, hour	Прямые затраты (в т.ч. амортизация оборудования), руб. Direct costs (including depreciation of equipment), rub.	Стоимость летного часа, тыс. руб./ч The cost of a flight hour, thousand rubles /hour	Стоимость мониторинга, руб./га Cost of monitoring, rub/ha
Зона наземного мониторинга Ground monitoring area					
Наземное патрулирование без привлечения БПЛА Ground patrols without involving UAVs	47,2 224,4*	9 841,5	10 320,05 (1 025,52)	–	218,66 45,99*
Наземное патрулирование с привлечением БПЛА Ground patrols involving UAVs	20,8 125,2*	5 491,6	5 758,59 (572,24)	–	276,85 46,00*
Проведение авиационного патрулирования с применением БПЛА InnoVtol-3s Conducting aviation patrols using InnoVtol-3s UAVs	605,2	3069,9	23 546,45 (8 156,45)	7,67	38,90

* Расчет ведется исходя из цены заключенного в регионе контракта 36,4 тыс. руб./ч, данная цена является демпинговой и была получена в результате торгов в Нижегородской области, фактически средняя цена в России на такие работы выше в 1,9 раза и составляет 69,32 тыс. руб./ч.

При расчете ширина осматриваемой территории – до 0,5 км в каждую сторону от оси маршрута.

* The calculation is based on the price of a contract concluded in the region of 36,4 thousand rubles/hour, this price is a dumping price and was obtained as a result of bidding in the Nizhny Novgorod region, in fact, the average price in Russia for such work is 1,9 times higher and amounts to 69,32 thousand rubles/hour.

When calculating the width of the surveyed area – up to 0.5 km in each direction from the axis of the route.

Выводы

1. Организация патрулирования лесов в зонах наземного и авиационного патрулирования существенно отличается как способами патрулирования, так и требованиями соблюдения кратности патрулирования. Следовательно, результативность и экономический эффект от внедрения БПЛА необходимо рассчитывать индивидуально по каждой зоне.

2. Расходы на проведение авиационного патрулирования с применением БПЛА в условиях Нижегородской области намного выше (16,33 руб./га) расходов на проведение авиационного патрулирования с привлечением пилотируемой авиации в рамках заключенных контрактов (9,58 руб./га) и соизмеримы с расходами, рассчитанными по среднесуточной стоимости летного часа в России (17,33 руб. га).

3. Расходы на проведение авиационного патрулирования с применением БПЛА типа Inno Vtol-3S с учетом существующей системы мониторинга (10,09 руб./га) соизмеримы с расходами на проведение авиационного патрулирования с применением пилотируемой авиации даже в условиях допинга цен в рамках заключенных Нижегородской областью контрактов (9,58 руб./га) и существенно ниже расходов, рассчитанных по среднерыночной стоимости летного часа в России (17,33 руб. га).

4. Внедрение в систему мониторинга БПЛА в наземной зоне позволит увеличить осматриваемую площадь с 59 до 93 % от площади государственного лесного фонда Нижегородской области, при этом ожидается, что доля обнаружения лесных пожаров повысится с 60 до 87 %. Применение БПЛА позволит сократить количество маршрутов наземного патрулирования на 44,2 %, что приведет

к ежегодной экономии финансовых средств в размере 4561,46 тыс. руб.

5. С экономической точки зрения проведение мониторинга с использованием БПЛА в наземной зоне более чем в 5,6 раза экономичнее, чем осуществление наземного патрулирования.

6. Из-за отсутствия, точнее недостатка, практического опыта применения БПЛА все расчеты были проведены теоретически на основе техни-

ческих характеристик, представленных производителями. Для оценки качества проведения мониторинга с использованием БПЛА необходимо провести комплекс испытательных работ в различных регионах, инфраструктурных, экономических и природно-климатических условиях для подтверждения заявленных характеристик и выявления факторов, влияющих на проведение работ по мониторингу пожарной опасности.

Список источников

- Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрный вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 10–15.
- Ерицов А. М., Безденежных И. В., Залесов С. В. Необходимость координации усилий по совершенствованию охраны лесов от пожаров // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 253. С. 22–33. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.253. 22-33
- Ерицов А. М., Секерин И. М., Залесов С. В. Совершенствование беспилотных летательных аппаратов для обнаружения и мониторинга лесных пожаров // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 5. DOI: 10.60797/IRJ. 2024.143.15
- Залесов С. В. Лесная пирология : учебник. Изд. 4-е, перераб. и доп. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2021. 396 с.
- Залесов С. В., Годовалов Г. А., Кректунов А. А. Система пожаротушения NATISK для остановки и локализации лесных пожаров // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2014/3/17.pdf> (дата обращения: 10.07.2025).
- Залесов С. В., Годовалов Г. А., Платонов Е. П. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрный вестник Урала. 2013. № 10 (116). С. 45–49.
- Залесов С. В., Залесова Е. С. Лесная пирология. Термины, понятия, определения. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 54 с.
- Залесов С. В., Куксин Г. В., Секерин И. М. Оборудование и инструменты для обнаружения и обследования торфяных пожаров. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. 94 с.
- Залесов С. В., Магасумова А. Г., Новоселова Н. Н. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 4. С. 60–63.
- Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.
- Кректунов А. А., Залесов С. В. Охрана населенных пунктов от природных пожаров. Екатеринбург : Урал. и ГПС МЧС России, 2017. 162 с.
- Куксин Г. В., Секерин И. М., Залесов С. В. Обнаружение зимующих торфяных пожаров дистанционными методами // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2024. Т. 28, № 4. С. 53–65. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-53-65
- Марченко В. П., Залесов С. В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс Орманы» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 10 (108). С. 55–59.

- Новый способ создания заградительных и опорных противопожарных полос / *С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов* [и др.] // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (31). С. 90–95.
- Опыт тушения торфяных пожаров подтоплением / *И. М. Секерин, С. В. Залесов, А. М. Ерицов, А. А. Кректунов* // Сибирский лесной журнал. 2023. № 6. С. 119–127. DOI: 10.15372/SJFS 20230612
- Оценка горимости лесов Российской Федерации / *Л. Е. Кузнецов, А. М. Ерицов, И. М. Секерин* [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 93–101. DOI: 10.51318/FRET.2024.31.73.008
- Уточненная шкала классов пожарной опасности по условиям погоды для Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / *Г. А. Годовалов, А. М. Ерицов, С. В. Залесов* [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 4. URL: <https://research-journal.org/media/articles/11904.pdf> (дата обращения: 10.07.2025). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ/2024.142.102>
- Шкала классов пожарной опасности по условиям погоды для Свердловской области / *И. М. Секерин, Г. А. Годовалов, А. М. Ерицов* [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 1 (81). С. 96–101. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_1_96-101
- Эффективный способ тушения торфяных пожаров в зимний период / *И. М. Секерин, А. М. Ерицов, А. А. Кректунов, С. В. Залесов* // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 245. С. 23–35. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.245.23-35

References

- A new way to create protective and supporting fire protection strips / *S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krek-tunov* [et al.] // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. 2014. № 3 (31). P. 90–95. (In Russ.)
- An effective way to extinguish peat fires in winter / *I. M. Sekerin, A. M. Yeritsov, A. A. Krek-tunov, S. V. Zale-sov* // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. 2023. Issue 245. P. 23–35. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.245.23-35 (In Russ.)
- An updated scale of fire hazard classes according to fire conditions for the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra / *G. A. Godovalov, A. M. Yeritsov, S. V. Zalesov* [et al.] // International Scientific Research Journal. 2024. № 4. URL: <https://research-journal.org/media/articles/11904.pdf> (accessed 10.07.2025). DOI: 10.23670/IRJ/2024.142.102 (In Russ.)
- Arkhipov E. V., Zalesov S. V.* Dynamics of forest fires in the Republic of Kazakhstan and their environmental consequences // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. № 4 (158). P. 10–15. (In Russ.)
- Assessment of the burning capacity of the forests of the Russian Federation / *L. E. Kuznetsov, A. M. Yeritsov, I. M. Sekerin* [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 93–101. DOI: 10.51318/FRET.2024.31.73.008 (In Russ.)
- Krektunov A. A., Zalesov S. V.* Protection of settlements from natural fires. Yekaterinburg : Ural. and GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2017. 162 p.
- Kuksin G. V., Sekerin I. M., Zalesov S. V.* Detection of wintering peat fires by remote methods // Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin. 2024. Vol. 28, № 4. P. 53–65. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-53-65 (In Russ.)
- Marchenko V. P., Zalesov S. V.* The burnability of ribbon forests in the Irtysh region and ways to minimize it using the example of the State Scientific Research Institute “Yertys Ormany” // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2013. № 10 (108). P. 55–59. (In Russ.)
- Scale of fire hazard classes according to weather conditions for the Sverdlovsk region / *I. M. Sekerin, G. A. Godovalov, A. M. Yeritsov* [et al.] // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2025. № 1 (81). P. 96–101. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_1_96-101 (In Russ.)
- The experience of extinguishing peat fires by flooding / *I. M. Sekerin, S. V. Zalesov, A. M. Yeritsov, A. A. Krek-tunov* // Siberian Forest Journal. 2023. № 6. P. 119–127. DOI: 10.15372/SJFS 20230612 (In Russ.)

- Yeritsov A. M., Bezdenzhnykh I. V., Zalesov S. V.* The need to coordinate efforts to improve forest protection from fires // *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy*. 2025. Issue 253. P. 22–33. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.253. 22-33 (In Russ.)
- Yeritsov A. M., Sekerin I. M., Zalesov S. V.* Improvement of unmanned aerial vehicles for detecting and monitoring forest fires // *International Scientific Research Journal*. 2024. № 5. DOI: 10.60797/IRJ.2024.143.15 (In Russ.)
- Zalesov S. V.* Forest pyrology : textbook. 4th edition, revised and expanded. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2021. 396 p.
- Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A.* NATISK fire extinguishing system for stopping and localizing forest fires // *Modern problems of science and education*. 2014. № 3. URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2014/3/17.pdf> (accessed 10.07.2025).
- Zalesov S. V., Godovalov G. A., Platonov E. P.* An updated scale of distribution of forest fund plots by classes of natural fire danger // *Agricultural Bulletin of the Urals*. 2013. № 10 (116). P. 45–49. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Kuksin G. V., Sekerin I. M.* Equipment and tools for detecting and examining peat fires. Yekaterinburg : UGLTU, 2024. 94 p.
- Zalesov S. V., Magasumova A. G., Novoselova N. N.* Organization of fire protection of plantings formed on former agricultural lands // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2010. № 4. P. 60–63. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Mironov M. P.* Detection and extinguishing of forest fires. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2004. 138 p.
- Zalesov S. V., Zalesova E. S.* Forest pyrology. Terms, concepts, definitions. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2014. 54 p.

Информация об авторах

И. М. Секерин – кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

I. M. Sekerin – Candidate of Agricultural Sciences.

Статья поступила в редакцию 30.07.2025; принята к публикации 15.09.2025.

The article was submitted 30.07.2025; accepted for publication 15.09.2025.
